



**LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU**  
*Lahti University of Applied Sciences*

# Kylvökoneen päisteautomatiikka

LAHDEN  
AMMATTIKORKEAKOULU  
Tekniikan ala  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Suunnittelupainotteinen mekatroniikka  
Opinnäytetyö  
Kevät 2013  
Jarkko Sipponen

Lahden ammattikorkeakoulu  
Kone- ja tuotantotekniikka

SIPPONEN, JARKKO:

Kylvökoneen päisteautomaatiikka

Suunnittelupainotteisen mekatroniikan opinnäytetyö, 25 sivua, 9 liitesivua

Kevät 2013

## TIIVISTELMÄ

---

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella ja rakentaa päisteautomaatiikkalaitte traktorin perässä vedettävään kylvökoneeseen. Laitteen alkuperäiset vaatimukset asetti työn tilaajana toiminut maatalousyrittäjä Ilkka Kommeri, ja työn edetessä näitä muokattiin parhaan mahdollisen lopputuloksen saavuttamiseksi. Työn tärkeimpänä tavoitteena oli toteuttaa päisteautomaatiikka mahdollisimman yksinkertaisella ja toimivalla tavalla.

Laitteen tarkoituksena on pystyä jättämään kylvämättömiä uria peltoon, traktorin renkaiden etäisyydelle sekä myrkytyksessä käytettävän ruiskun ruiskutusleveydelle, ilman suurempia toimenpiteitä kuljettajalta. Tämän laitteen avulla peltoon pystytään siis jättämään ajourat kuljettajan määrittämälle etäisyydelle.

Käytännön työhön kuului automaatiikan suunnittelu ja toteutus, erilaisten logiikoiden vertailu ja valinta, käyttöliittymän toteutus sekä vanhan mekaniikan päivitys. Näiden lisäksi laitteesta tehtiin tekniset dokumentit, johon kuuluvat käyttöohjeet, riskianalyysi ja kaikki olennaiset tekniset tiedot ja piirustukset.

Työn tilaajan toiveena oli päästä suorittamaan vuoden 2012 viljelyt käyttäen päisteautomaatiikkaa, joten laitteesta valmistettiin prototyyppi keväällä 2012. Tilaaja toteutti vuoden 2012 viljelyt onnistuneesti käyttäen prototyyppiä.

Asiasanat: tavoitteet, käyttötarkoitus, päisteautomaatiikka, kylvökone

Lahti University of Applied Sciences  
Degree Programme in Mechanical and Production Engineering

SIPPONEN, JARKKO: Device for headland automatics in a seeder

Bachelor's Thesis in mechatronics  
appendices

25 pages, 9 pages of

Spring 2013

## ABSTRACT

---

The main goal of this thesis was to design and build an automatic machine, which could be connected to a seeder drawn by a tractor. The purpose of the machine is to automatically leave clear tracks in the field at the width of the tractor's tires. So with this device the driver can leave driving tracks in the field.

The customer Ilkka Kommeri set the original goals and those goals were modified during the process to achieve the best possible outcome. The main point was to design a machine, which is as easy as possible so the final product would be as reliable as possible.

The thesis included automatic and electrical design, assembly, user interface design and component selections and updating of old mechanics. An important part of the thesis was also the making of a technical documentation file, which included user manual, risk analysis and all technical drawings.

The customer wanted to do his spring 2012 seeding with this device, so the prototype was manufactured in early spring 2012. The seeding succeeded very well when using this machine.

Key words: automatic device, seeding machine

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
1.1	Työn tavoitteet	1
1.2	Työn taustaa	1
2	LAITTEEN KÄYTTÖTARKOITUS	2
2.1	Laitteen vaatimukset	2
2.2	Toiminta	3
2.3	Taloudelliset vaikutukset	7
3	SÄHKÖJEN SUUNNITTELU	9
3.1	Kriteerit	9
3.2	Riskien arviointi	9
3.2.1	Vikatilanne	10
3.2.2	Käyttöergonomia ja käyttötavat	10
3.3	Komponenttien valinta	10
3.4	Anturointi	12
3.4.1	Yleistä anturoinnista	12
3.4.2	Käytetyt anturit	13
3.5	Solenoidi	13
3.6	Toteutus	13
3.6.1	Komponenttien asettelu	14
3.6.2	Johdotus	16
4	LOGIIKKA	17
4.1	Kriteerit	17
4.2	Logiikan valinta	17
4.2.1	Schneider Electric SR2	18
4.2.2	ZelioSoft	19
5	MEKANIikka	21
5.1	Mekaniikan vaatimukset	21
5.2	Alkuperäinen mekaniikka ja muutokset	21

6	TEKNISET DOKUMENTIT	22
6.1	Käyttöohjeet	22
6.1.1	Ohjeet	22
6.1.2	Huolto	23
6.2	Piirustukset	23
7	YHTEENVETO	24
7.1	Tavoitteiden täyttyminen	24
7.2	Laitteen kehittäminen	24
	LÄHTEET	25
	LIITTEET	26

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Työn tavoitteet

Tässä opinnäytetyössä käsitellään yksinkertaisen ja helppokäyttöisen päisteautomaatiikan kehittämistä kylvökoneeseen. Työhön kuuluu laitteen sähkö- ja automaatio suunnittelu, näiden toteutus käytännössä sekä niiden sovittaminen olemassa olevaan mekaniikkaan.

Laitteen toiminta perustuu yksittäisen solenoidin ja informatiivisten merkkivalojen ohjaamiseen ohjelmoitavan logiikan avulla. Alkuperäisessä versiossa solenoidia ohjattiin suoraan painonapilla, mutta päisteautomaattikalaitteen avulla mahdollistetaan käyttäjäystävällisempi, automaattinen toiminta.

Opinnäytetyön tavoitteena on suunnitella ja rakentaa laitteen sähkö- ja automaatiikka sekä tuottaa kaikki tarvittava dokumentaatio teknistä rakennetiedostoa varten.

## 1.2 Työn taustaa

Opinnäytetyön tilaajana toimii maatalousyrittäjä Ilkka Kommeri, ja valmis laite asennetaan heti testikäyttöön tilaajan kylvökoneeseen.

Tarkoituksena oli rakentaa traktorin hyttiin säädettävä laite, jonka avulla traktorin perään kytkettävä kylvökone jättäisi automaattisesti peltoon kylvämättömiä ajouria, halutulle etäisyydelle toisistaan, helpottamaan ruiskutusta ja säästämään viljelykustannuksissa. Oleellisena tavoitteena oli myös laitteen helppo käytettävyys ilman pidempää perehdytystä.

Tilaajalla oli aikaisemmin ollut kylvökoneessaan käytössä kytkentä, jolla traktorin hytistä pystyi painonapilla kytkemään päälle kylvökoneessa olevan solenoidin, joka rajoittaa kylvökoneesta tulevien siementen määrää traktorin renkaiden leveydeltä. Tämä kytkennän mekaniikka toimi uuden automaattisen laitteen pohjana.

## 2 LAITTEEN KÄYTTÖTARKOITUS

### 2.1 Laitteen vaatimukset

Kylvökone, johon automatiikka tultaisiin rakentamaan, oli malliltaan Tume HKL 3000 JC. Rakennettavan laitteen tärkeimpinä vaatimuksina oli automaattinen ajourien kylvämättä jättäminen, etäisyyden määrittäminen, yksinkertaiset korjaus- ja muutostoiminnot, helppo käytettävyys, luotettavuus ja mahdollisuus laitteen nopeaan poiskytkentään. Tärkeää oli myös selkeä informaatio prosessin vaiheesta laitteelta käyttäjälle. Riittävän informaation takaamiseksi järjestelmään asennettiin mekaaninen rajakytkin, kaksi merkkivaloa ja näytöllinen logiikka.

Ajourien etäisyys määräytyy käytettävän ruiskun leveyden perusteella. Kun kylvämättömät urat ovat oikealla etäisyydellä toisistaan, ruiskutettaessa ei viljaa turhaan painaudu maahan eikä peltoon tule kohtia, joissa suoja-ainetta olisi useampaa kerrosta.

Traktoria ja kylvökonetta säilytetään vuoden ympäri lämmittämättömässä hallissa, joten laitteen piti olla joko lämpötiloista piittaamaton tai helposti irrotettava, jotta se saadaan talvea suojaan. Suunnittelussa tuli myös ottaa huomioon toive helposta ja selkeästä käytettävyydestä, jotta käyttäjältä ei vaadita pitkää opettelua hyvän lopputuloksen saamiseksi.

Pellon kylvämisessä on jatkuvasti jokin määrä ennalta odottamattomia muuttujia, jotka johtavat korjausliikkeisiin ja saattavat sekoittaa automatiikkaa. Näiden varalta laitteeseen tuli suunnitella erilaisia ohitus-, korjaus- ja pakotustoimintoja. Nämä erilaiset säätömahdollisuudet puolestaan asettivat tiettyjä vaatimuksia tulevan logiikan koolle, joka puolestaan asetti vaatimuksia koko keskuksen koolle, jonka oli mahdollista asiallisesti traktorin hyttiin.

Automaation osalta tilaajan vaatimukset rajoittuivat lähinnä käytettävyyteen ja fyysiseen kokoon, joten laitteiston valinta jäi vapaaksi. Mekaniikan puolelta vaatimuksina oli luonnollisesti olemassa olevan mekaniikan ja solenoidin hyödyntäminen.

Vaatimukset kartoitettiin suunnitteluvaiheessa, tilaajan kanssa käydyissä keskusteluissa, ja ne tarkentuivat matkan varrella.

## 2.2 Toiminta

Toiminta perustuu yksinkertaisimmillaan ajettujen kylvökierrosten laskentaan. Peltoa kylvettäessä, saavuttaessa pellon reunaan, kylvökone on nostettava irti maasta käännön ajaksi. Halutun ajouraetäisyyden laskenta toteutettiin laskemalla mekaanisen rajakytkimen avulla näitä nostoja. Kylvökoneen nostosylinteriin asetettu rajakytkin näkyy kuvassa 1.



KUVA 1. Nosto toimii hydraulisylinterien avulla, laskenta toteutettiin asentamalla mekaaninen rajakytkin sylinteriin.



Tämä raja-anturi siis välittää tietoa logiikan tulopuolelle, mutta sen lisäksi järjestelmään kytkettiin toinen mekaaninen raja ilmaisemaan koneen ja solenoidin tilaa, suoraa logiikan ohi merkkivalolle virheiden minimoimiseksi. Tämä raja-anturi näkyy kuvassa 2.



KUVA 2. Solenoidi ja sen tilaa lukeva raja-anturi

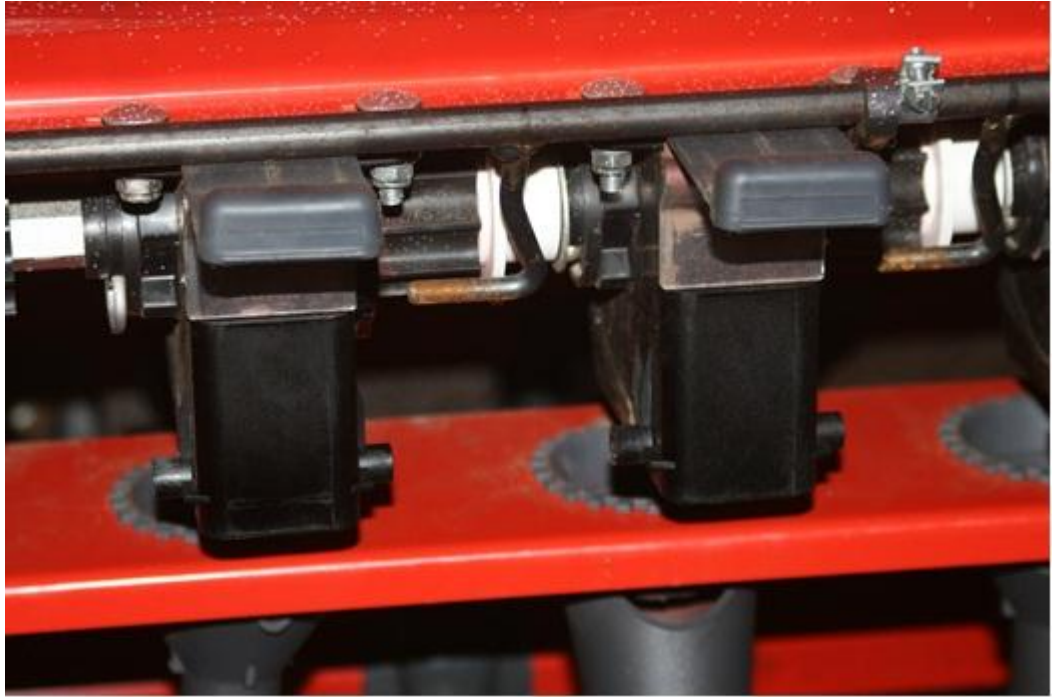
Käyttäjä kytkee laitteeseen virran muista painikkeista sivussa olevasta pääkytkimestä. Tämän jälkeen käyttäjä määrittää kahdella painikkeella haluamansa ajouraetäisyyden kierrosten lukumääränä. Lukua on mahdollista säätää sekä ylös että alas. Käyttäjä voi tämä lisäksi myös säätää laskennan aloituslukua. Näiden ominaisuuksien avulla harjaantuneempi käyttäjä voi myös korjata virheitä, kuten esimerkiksi jos kone on jostain syystä tarvinnut nostaa kesken peltoa ylös ja laskurin arvo on lisääntynyt väärässä kohdassa, voi käyttäjä vähentää laskurin arvosta yhden. Asetetut lukuarvot ovat koko ajan näkyvissä logiikan LCD-näytöllä.

Ennakoivaa virheenkäsittelyä varten laitteessa on ohitus-painike, jolla käyttäjä voi ohittaa laitteen tarvittavien ylimääräisten nostojen ajaksi ja kytkeä sen sitten takaisin päälle muuttamatta laskurin arvoa. Laitteessa on myös ns. pakotus-painike, jolla käyttäjä voi ohittaa laskurin ja pakottaa laitteen tekemään ajoura heti. Näiden lisäksi laitteen päällä on vielä erillinen kääntökytkin ja merkkilamppu, jotka menevät logiikan ohi suoraan solenoidille. Tämä ominaisuus lisättiin mahdollisia käyttäjiä varten, jotka eivät halua perehtyä logiikkaan, mutta haluavat käyttää urien ajoa.

Laitteen lähtöpuolella on solenoidi ja kolme merkkivaloa, joista kaksi on kytketty logiikkaan. Solenoidi liikkuu logiikan antamien ohjeiden mukaan ja sulkee kuudesosan, eli neljä vannasta, jyvien syötöstä traktorin renkaiden leveydeltä. Kahdesta merkkivalosta toinen on punainen ja toinen vihreä. Vihreä kuvastaa, onko laitteessa virta vai ei. Punainen merkkivalo puolestaan kertoo, onko laite suorittamassa ajourien tekoa vai ei.

Toinen, erillään oleva punainen merkkivalo on kytketty suoraan solenoidin yhteydessä olevaan mekaaniseen rajakytkimeen, jotta käyttäjä on vikatilanteessakin tietoinen laitteen tilasta. Toisin sanoen, jos laite alkaa tehdä väärässä kohtaa ajouria tai solenoidi jostain syystä jumittuu, käyttäjä näkee tilanteen merkkivalosta.

Logiikan ehtojen täytyessä solenoidi vetää kiinni, jolloin se sulkee, renkaiden leveydeltä, kylvökoneen jyvien syöttöä pyörittävistä 24 rattaasta neljä, eli kuudesosan. Sulkeminen tapahtuu käytännössä mekaanisella estolla. Syöttörattaat lukitaan niiden hampaisiin kääntyvällä tapilla, joka näkyy kuvassa 3.



KUVA 3. Toisen puolen lukittavat syöttörattaat ja lukitusmekanismi

### 2.3 Taloudelliset vaikutukset

Laitteen avulla saavutetaan useita taloudellisia säästöjä, joista yhdessä koostuu huomattavia säästöjä. Tilaajan koneella kylvettäessä laitteen avulla säästyy pelkästään jyvien määrässä 3 %. Esimerkiksi hybridiruista kylvetään 70 - 110 kg/ha, laitteen avulla toteutuva säästö, pelkästään jyvissä, on siis 2,1 - 3,3 kg/ha, joka tarkoittaa 210 - 330 kg:n säästöä sadalla hehtaarilla. Jyvien säästö on kuitenkin pienin osa toteutuvista eduista. (K-maatalous 2013.)

Tärkeimmät säästöt syntyvät valmiin viljan laadun parantumisesta. Ilman laitetta kylvettäessä pelto kylvetään tasaisesti, ilman uria. Tämän johdosta rikkakasvien myrkytsuiskutuksissa kasvusto painautuu maahan traktorin renkaiden kohdilta. Tämän johdosta vilja painuu lakoon eikä kypsy samaa tahtia pystyssä olevan kasvuston kanssa. Kun pystyssä oleva kasvusto on kypsää ja puitavissa, lakoon painunut kasvusto ei ole vielä kypsää ja se heikentää koko sadon laatua.

Lakoon painunut vilja ei pelkästään kypsy eri tahtiin, vaan myös kuivuu heikoimmin, jolloin se nostattaa koko sadon kosteusarvoja, mikä johtaa pidempiin kuivausaikoihin. Viljan kuivaaminen tapahtuu kuivureissa, öljypolttimien avulla. Viljan arvolisäverottomat kuivauskustannukset ovat noin 2,65 - 5,25 snt/kg, joka tarkoittaa jokaista tonnia kohden 26,5 - 52,5 € kuluja. Lyhyemmillä kuivausajoilla saadaan nopeasti aikaan säästöjä. Tällä hetkellä esimerkiksi Fazerin leipomot maksavat rukiista 227 €/tn, joten kannattavuuden kannalta lyhyet kuivausajat ovat ehdoton vaatimus. (Agronet.fi 201 Vyr.fi 2013.)

Kun peltoon ajetaan laitteen avulla urat, vältetään lakoon painuneilta urakohdilta, mutta myös itse ruiskuttaminen helpottuu valmiiden ajourien johdosta. Kun pellossa on valmiina selkeät ajourat, pystyy ruiskuttaja keskittymään ruiskutuslaitteiston parhaiden säätöjen hakemiseen, mikä johtaa parantuneeseen valmiin sadon laatuun. Kuvassa 4 näkyy laitteen avulla kylvetty pelto.



KUVA 4. Laitteen avulla ajettut urat kesällä 2012

Suurena tekijänä on myös aikaisempaa tasaisempi ruiskutustulos. Ilman laitetta ruiskuttaja joutuu arvioimaan ruiskunsa leveyden mukaan sopivan etäisyyden, ettei peltoon synny päällekkäisiä ruiskutuksia tai vaihtoehtoisesti kohtia, joita ei ole ruiskutettu ollenkaan. Valmiiden urien avulla tämä ongelma poistuu.

Viljan laadulla on suuri merkitys viljelijän tuloille. Esimerkiksi liian heikkolaatuista satoa ei hyväksytä suuriin leipomoihin ja viljelijä joutuu myymään viljansa karjan rehuksi, huomattavasti heikompaan hintaan.

### 3 SÄHKÖJEN SUUNNITTELU

#### 3.1 Kriteerit

Sähkösuunnittelussa määräävimpana tekijänä oli traktorin sähköjärjestelmä, josta laitteen virta otettiin. Traktorin sähköjärjestelmä oli jännitteeltään 12 VDC, joten komponentit määräytyivät tämän mukaan. Suurimman haasteen 12 VDC:n jännite tuotti logiikan valintaan, jossa vaihtoehdot ovat huomattavasti pienemmät kuin esimerkiksi verrattuna 24 VDC:n jännitteeseen.

Tilaa ei ollut erikseen määritellyt, millä tavalla haluaa järjestelmän automaation toteutettavan, mutta tulojen ja lähtöjen määrän ja toiveiden laajuuden perusteella päätettiin järjestelmä toteuttaa ohjelmoitavalla logiikalla relejärjestelmän sijaan.

Ohjauskeskuksen suunnittelussa jännitteen lisäksi suurimpina huomioitavina asioina oli ohjauskeskuksen koko ja painikkeiden järkevä sijoittelu. Näiden lisäksi otettiin myös huomioon, että järjestelmän tulee kestää pakkasta tai vaihtoehtoisesti se pitää pystyä irrottamaan helposti traktorista.

#### 3.2 Riskien arviointi

Jokaiselle sähköiselle laitteelle tulee tehdä vaaranarviointi, jossa kartoitetaan mahdolliset vaaravyöhykkeet, vikaantuminen, käyttöergonomia ja käyttötavat. Tämän lisäksi laaditaan ohjeet hätätilanteiden varalle. (Halme 2009.)

Tämä laite kytketään 12 VDC:n jännitteeseen, kahden sulakkeen taakse kosketussuojattuun koteloon, jonka painikkeet ovat suojattu kumisuojuksin. Keskus on valmistettu muovista, eikä kosketettavissa ole yhtään jännitteellistä osaa. Näiden seikkojen myötä todetaankin, että normaalikäytössä sekä vikatilanteissa keskus ei aiheuta minkäänlaista vaaraa.

Kylvökoneeseen kiinnitetyt anturoinnit ja solenoidi aiheuttavat puristumisvaaran, mutta vain välillisesti kylvökoneen käytön kautta. Toisin sanoen mahdolliset vaarat on huomioitu kylvökoneen riskinarvioinneissa, eikä päisteautomaattikalaite aiheuta mitään erillistä riskiä tässäkin tapauksessa.

### 3.2.1 Vikatilanne

Laitteen todennäköisimmät vikatilanteet aiheutuvat keskuksen ulkopuolisten kaapeleiden katkeamisesta. Tässä tapauksessa tulee keskuksen virrat katkaista pääkytkimestä ja varmistaa virrattomuus irrottamalla syöttökaapeli traktorin sähkönsyötöstä. Keskuksen sisäiset viat ovat myös mahdollisia, mutta näiden korjaamiseksi toimenpiteet ovat täysin samat.

### 3.2.2 Käyttöergonomia ja käyttötavat

Laitteen käyttöpainikkeiden asettelu suunniteltiin niin, että päävirtakytkimen ja suoran pakotuksen vahinkokäyttö minimoitiin ja normaaliajoon tarvittavat painikkeet aseteltiin selkeisiin kokonaisuuksiin, helposti saataville. Keskus sijoitettiin sopivalle käyttökorkeudelle kuljettajaan nähden.

Laitetta tulee käyttää annettujen ohjeiden mukaan ja vikatilanteissa tulee ottaa yhteyttä suunnittelijaan.

## 3.3 Komponenttien valinta

Komponenttien valinnat, kuten koko ohjauskeskuksen rakentaminen, määräytyivät hyvin pitkälti traktorin hytin koon ja sitä kautta valitun ohjauskeskuksen mittojen mukaan.

Komponenttivalinnoista mainittakoon, että kääntökääntökytkimet ja painonapit, valittiin kumisuojuksilla pölyisen käyttöympäristön takia. Solenoidin apureleeksi valittiin ajoneuvotekniikasta tuttu kompakti rele, sulkeutuvilla koskettimilla, releen pienen tilan tarpeen perusteella.

Tuleville ja lähteille johdotuksille valittiin nopeasti irrotettavat pistotulppaliitännät, jotta laitteen irrottaminen on tilaajan toiveiden mukaan yksinkertaista ja nopeaa.

Alkuperäisessä kytkennässä käytetty solenoidi oli kiinnitetty asiallisesti, joten samaa solenoidia päädyttiin käyttämään uudessa laitteessa.

Komponentti	Määrä
Solenoidi Trombetta 12VDC	1 kpl
Rele 12VDC, sulkeutuvilla koskettimilla	1 kpl
Kääntökytkin	4 kpl
Painonappi	3 kpl
Sulake 10A	1 kpl
Riviliitin, harmaa	8 kpl
Mekaaninen rajakytkin	2 kpl
Schneider Electric SR2	1 kpl
Läpivienti	1 kpl
7-napainen pistoke	1 kpl
7-napainen pistotulppa	1 kpl
Pistotulppa	1 kpl
Merkkilamppu, vihreä	1 kpl
Merkkilamppu, punainen	2 kpl
Ohjauskeskus, läpinäkyvällä kannella	1 kpl
MCMK 1x1,5+1,5	2m
AJMY 7x1,5	5m
Johdin 1mm <sup>2</sup>	3m

KUVIO 1. Käytetyt komponentit



### 3.4 Anturointi

#### 3.4.1 Yleistä anturoinnista

Anturit ovat komponentteja, joilla tarkkaillaan prosessin tilaa ja siirretään tilatieto ohjausjärjestelmään. Anturit jaetaan mekaanisiin, induktiivisiin, kapasitiivisiin ja optisiin. Näiden lisäksi olemassa on myös ultraäänilähestymiskytkimiä ja magneettisia lähestymiskytkimiä. (Kettunen 2004.)

Mekaanisen rajakytkimen toiminta vaatii fyysisen kosketuksen rajakytkimen käyttöpäähän, jossa on avautuvia ja sulkeutuvia koskettimia. Normaalisti rajakytkimen kosketinelementissä on kaksi avautuvaa kosketinyksikköä, kaksi sulkeutuvaa kosketinyksikköä tai yksi molempia. Kosketinelementit voivat olla normaaleja tai momenttitoimintaisia. (Kettunen 2004.)

Induktiiviset rajakytkimet muodostavat eteensä voimakkaan magneettikentän, jonka avulla tunnistaminen tapahtuu. Induktiiviset rajakytkimet siis tunnistavat vain metallit, eivätkä ne tarvitse mekaanisten kytkimien tapaan fyysistä kosketusta toimiakseen. Yleisin käyttöjännite on 24 VDC. (Kettunen 2004.)

Kapasitiiviset rajakytkimet toimivat samaan tapaan kuin induktiiviset, mutta kapasitiiviset kytkimet muodostavat eteensä magneettikentän sijaan sähkökentän. Tämä mahdollistaa sähköä johtamattomien sekä sähköä johtavien materiaalien tunnistamisen. (Kettunen 2004.)

Optisten antureiden toiminta perustuu valonsäteen lähettämiseen ja vastaanottamiseen. Optisissa antureissa on siis lähetin- ja vastaanotinosia. Lähetin lähettää valonsäteen kohti vastaanotinta, joka heijastaa valonsäteen takaisin. Tunnistus tapahtuu joko katkenneella valonsäteellä tai palanneella valonsäteellä. (Kettunen 2004.)

### 3.4.2 Käytetyt anturit

Järjestelmässä päädyttiin käyttämään mekaanisia rajakytkimiä käyttöympäristön ja toimintavarmuuden perusteella. Laitteen anturointi asennettiin kylvökoneen nostosylinterin kylkeen ja solenoidin viereen. Molemmat paikat ovat multaisia ja pölyisiä, joten mekaaninen rajakytkin takaa varmimman toiminnan.

Järjestelmään kytkettiin kaksi mekaanista rajakytkintä, joissa molemmissa oli yksi NO ja yksi NC kosketinyksikkö. Rajat kytkettiin toimimaan sulkeutuvina.

### 3.5 Solenoidi

Solenoidi on sähkömekaaninen laite, joka muuttaa sähkömagnetismin mekaaniseksi liikkeeksi. Solenoidin toiminta perustuu sähkövirran johtamiseen käämiin ja tämän sisällä liikkuvaan rautasydämeen. Kun käämiin johdetaan sähkövirta, muodostuu magneettikenttä, joka vetää rautasydäntä, jolloin tapahtuu lineaarinen liike. (Wikipedia 2013.)

Laitteessa päädyttiin käyttämään yksinkertaista Trombettan 12 VDC:n solenoidia, jonka ”vetoa” ohjattiin +12 VDC:n jännitteellä.

### 3.6 Toteutus

Sähköjen suunnittelussa ja toteutuksessa keskityttiin selvyyteen, yksinkertaisuuteen ja siistiin lopputulokseen. Tarkoituksena oli tehdä toimiva keskus, jossa on mahdollisimman vähän ns. ylimääräisiä komponentteja. Apuvälineenä suunnittelussa käytettiin Kymdata CADS - sähkösuunnitteluohjelmistoa.

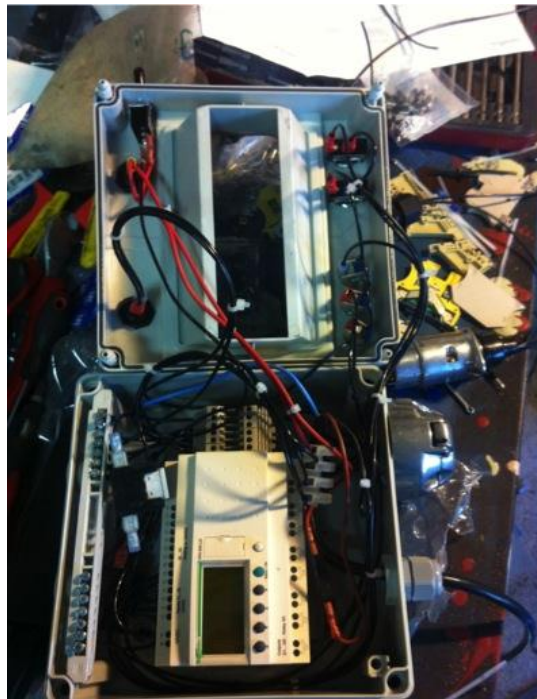
Keskuksena käytettiin AK-Sähkö Oy:n kannellista sähkökeskusta. Valittuun malliin päädyttiin keskuksessa olevan aukon takia. Näin päästiin hyödyntämään valitun logiikan LCD-näyttöä. Keskuksessa oli valmiina maadoituskiskoa, jota hyödynnettiin mahdollisuuksien mukaan, tämän lisäksi asennettiin 35 mm:n DIN-kisko keskuksen keskelle.

Keskuksen sisäiset johdotukset tehtiin 1 mm<sup>2</sup> :n johtimella ja virransyöttö johdotukset tehtiin 1,5 mm<sup>2</sup> :n johtimilla. Hyvän asennustavan mukaan johtimien päät holkitettiin ja johdot niputettiin loogisesti. + -ja -johtimet johdotettiin punaisella ja sinisellä johtimella. Keskuksesta kylvökoneeseen lähtevien johtojen vienti toteutettiin 7-napaisella peräkärrypistokkeella ja sähkönsyöttö tulppapistokkeella, jotta yksinkertainen irrotus olisi mahdollista.

Tilanpuutteen vuoksi keskuksessa hyödynnettiin ajoneuvoissa käytettäviä lattasulakkeita ja kompaktin kokoista apurelettä. Järjestelmässä on pääsulakkeena 10 A:n lattasulake. Traktorissa on oma sulakesuojajärjestelmänsä, joten todettiin suojauksesta tulevan riittävä, kun rakennettavaan laitteeseen laitetaan vain erillinen pääsulake. Kuvassa 5 on esitelty kasattu keskus.

### 3.6.1 Komponenttien asettelu

Keskuksen koko toimi tässäkin määrävänä tekijänä, eikä eri mahdollisuuksia juurikaan ollut. DIN-kiskoon kytkettiin ensimmäisenä logiikka, jonka asiallinen kiinnitys oli tärkeintä. Tämän jälkeen loppu DIN-kisko täytettiin riviliittimillä. Järjestelmän apurele asennettiin keskuksen pohjaan.



KUVA 5. Keskuksen sisäpuoli

Kannen komponenttien asettelussa oli enemmän valinnanvaraa ja järkevä asettelu olikin tärkeää käyttömukavuuden saavuttamiseksi. Pääkytkin asennettiin keskuksen sivuun tahattomien käynnistysten estämiseksi. Loput käyttökytkimet asennettiin loogisiin kokonaisuuksiin. Laskurien säätöpainikkeet ryhmitettiin vierekkäin, kuten myös korjauskääntökytkimet. Laitteen yläpuolelle asennettiin erilleen kevennys- kääntökytkin ja tämän merkkivalo, kaksi muuta merkkivaloa asennettiin keskuksen yläreunaan, selkeästi erilleen toisistaan. Nämä näkyvät kuvassa 6.



KUVA 6. Keskuksen kansi

### 3.6.2 Johdotus

Traktorin hytin pienen tilan vuoksi valittu keskus aiheutti johdotukselle ongelmia ja joissakin kohdissa jouduttiin tilanpuutteen vuoksi poikkeamaan sähkösuunnitelmasta ja muuttamaan riviliitinkytkentöjä ns. sokeripalaliitännöiksi. Keskuksen pienen koon vuoksi, suunnitelmasta poiketen, johdotuskouruista jouduttiin luopumaan ja johdinten järjestely hoidettiin nippusiteillä.

Hytistä kylvökoneeseen meni johdotukset solenoidille ja kahdelle rajakytkimelle, eli kuusi johdinta, joiden vienti toteutettiin yhdellä AJMY 7x1,5 kaapelilla. Virtajohdoksi valittiin MCMK 1x1,5+1,5.

## 4 LOGIIKKA

### 4.1 Kriteerit

Tilaajalla ei varsinaisesti ollut toiveita logiikan tyyppin tai ominaisuuksien suhteen, mutta muut tilaajan toivomukset ja laitteen sujuvan käytön vaatimat ominaisuudet määrittelivät tarvittavan logiikan tyyppin melko tarkasti.

Järjestelmän tulopuolelle kytkettiin yksi rajakytkin ja viisi painonappia, joten tuloja pitäisi valittavassa logiikassa olla vähintään kuusi. Lähtöpuolelle oltiin kytkemässä solenoidia ja kolmea merkkilamppua, joten lähtöjä pitäisi olla vähintään neljä. Olennainen osa valintaa olisi myös mahdollisimman monipuoliset ohjelmointiominaisuudet.

24 VDC:n järjestelmässä näillä ehdoilla valittavia vaihtoehtoja olisi useita, mutta koska laite tultaisiin kytkemään traktorin sähköjärjestelmään, eli 12 VDC:n jännitteeseen, logiikkavaihtoehdot vähentyivät huomattavasti.

### 4.2 Logiikan valinta

Ensisijainen valinta oli Siemensin logiikat, koska ne olisivat olleet ennestään tuttuja koulun kautta. Siemensin valikoimasta sopivimmaksi valikoitui verrattain pieniin järjestelmiin suunnattu Logo!. Ennen hankintaa toteutettiin kuitenkin alustavaa ohjelmasuunnittelua ilmaisella Logo!-n ohjelmointiohjelman kokeiluversiolla. Näissä testeissä huomattiin, että Logo!-lla ei pystyittäisi toteuttamaan haluttua ohjelmaa. Logo!-sta puuttui oleellisia vertailu- ja laskuritoimintoja. Suuremmista Siemensin logiikoista olisi toki löytynyt kaikki tarvittavat ominaisuudet, mutta niiden koko, hinta ja käyttöjännite eivät olisi soveltuneet käyttötarkoitukseen. (Siemens 2013.)

Siemensin logiikoiden ohjelmointi oli ainoa entuudestaan tuttu, joten Siemensin hylkäämisen jälkeen kaikki muut valmistajat olivat tasavertaisia. 12 VDC:n käyttöjännitteellä ja tarvittavilla I/O-määrillä olisi ollut saatavilla mm. Allen-Bradleyn, Mitsubishiin ja Omronin logiikoita. Paras vaihtoehto päätettiin kuitenkin varmistaa ja tiedustelujen jälkeen Lahden ammattikorkeakoulun opettaja Markus Halme suositteli tutustumaan Schneider Electricin tuotteisiin.

Schneider Electricin ohjelmointiohjelman sai ladattua ilmaiseksi, jolloin oli mahdollista testata, pystyykö haluttua ohjelmaa tekemään Schneiderin tuotteilla. Testien jälkeen tämä osoittautui mahdolliseksi, jolloin valinnaksi muodostui Schneider Electricin SR2-ohjelmoitava älyrele.

#### 4.2.1 Schneider Electric SR2

Schneider Electricin SR2 kuuluu valmistajan kompaktiin älyrelesarjaan. Valitussa vaihtoehdossa on yhteensä kaksikymmentä tuloa ja lähtöä, siinä on integroitu LCD-näyttö ja käyttöjännitteenä toimii 12 VDC. Logiikan kaikki kahdeksan lähtöä ovat NO-kytkennällä, eli sulkeutuvilla koskettimilla ja 8 A:n sulakesuojauksella. Logiikan ulkoiset mitat ovat 124,6 mm x 59,5 mm x 107,6 mm. (Schneider Electric 2013.)



KUVA 7. Schneider Electric SR2 (Digchip.com 2013.)

Tämäntyyppistä älyrelettä olisi mahdollista ohjelmoida myös ilman tietokonetta, kuuden älyreleessä olevan painikkeen avulla, ilman erillistä ohjelmaa, mutta halutun ohjelman monimutkaisuuden takia päädyttiin logiikka ohjelmoimaan tietokoneen avulla.

Tietokoneella ohjelmointi vaati Schneider Electricin ZelioSoft-ohjelman, jonka saa ladattua ilmaiseksi Schneiderin internetsivuilta. Tämän lisäksi tarvittiin ohjelmointikaapeli, joka kytketään älyreleen päällä olevaan porttiin ja tietokoneen USB-porttiin.

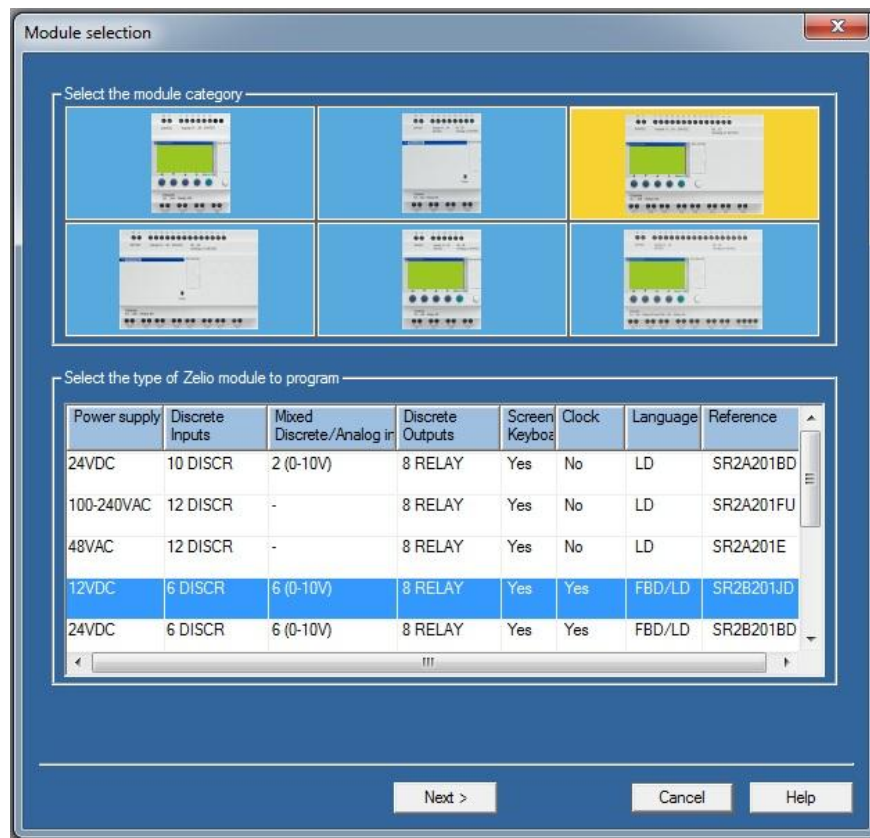
#### 4.2.2 ZelioSoft

ZelioSoft-ohjelmistolla pystytään ohjelmoimaan Schneider Electricin älyreleitä sekä FBD-ohjelmoinnilla että LADDER-ohjelmoinnilla. Ladder- ohjelmointikieli oli ennestään tuttu Siemensin Simatic S7 ohjelmiston kautta, mutta helpomman havainnollistamisen perusteella, laitteen ohjelma päädyttiin ohjelmoimaan FBD-ohjelmointikielellä.

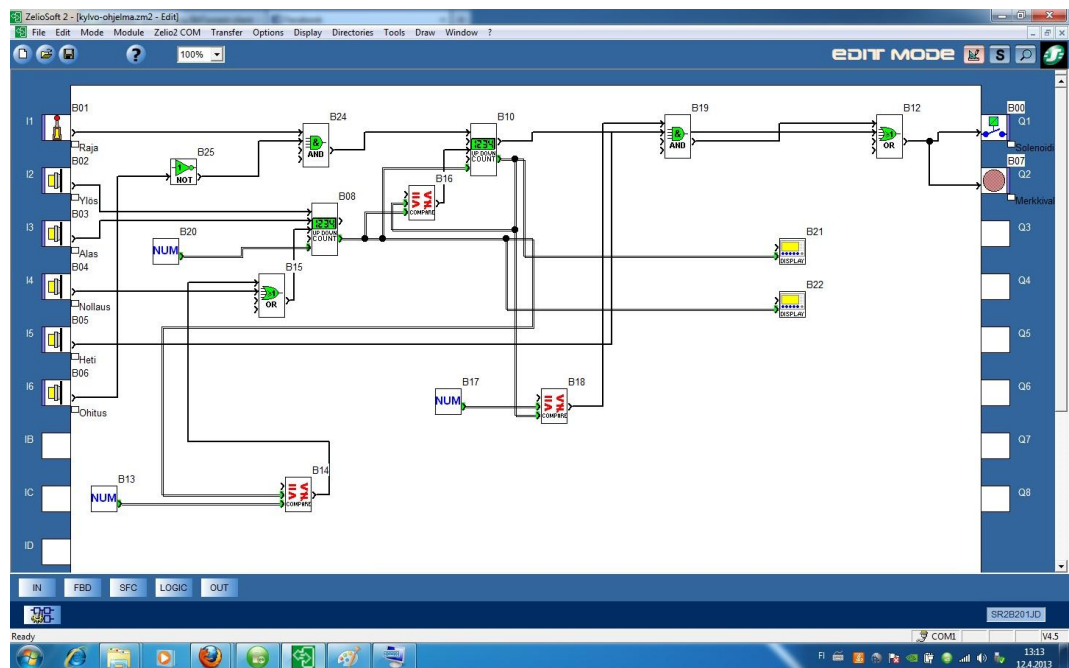
Ohjelmana ZelioSoft on erittäin looginen ja helppo käyttää. Toiminta on hyvin lähellä esimerkiksi Siemenisin Logo Softia. Schneider Electric tarjoaa myös internetsivuillaan kattavat ohjeet ohjelman käyttöön.

Ensimmäisenä uutta ohjelmaa tehtäessä valitaan käytettävän logiikan tyyppi ja haluttu ohjelmointikieli. Tämän jälkeen avautuu ohjelmointi-ikkuna, jonka vasemmassa laidassa ovat laitteen tulot ja oikeassa laidassa lähdöt. Vasemman alareunan viidestä valikosta löytyvät kaikki käytettävissä olevat toiminnot.





KUVA 8. Oikean laitetyypin valinta on tehty erittäin yksinkertaiseksi



KUVA 9. ZelioSoftin ohjelmointinäkymä

## 5 MEKANIikka

### 5.1 Mekaniikan vaatimukset

Mekaniikan vaatimuksina olivat helppo asennettavuus, varma toiminta ja yksinkertainen toteutus. Alkuperäisenä suunnitelmana oli testata automaattisen laitteen toimintaa vanhalla järjestelmällä ja tehdä tämän jälkeen tarvittavat muutokset olemassa olevaan mekaniikkaan. Vuoden 2012 kylvöjen ja sadon perusteella todettiin kuitenkin, että vanha mekaniikka toimi halutulla tavalla eikä suurempia muutoksia tehtäisi.

### 5.2 Alkuperäinen mekaniikka ja muutokset

Alkuperäinen mekaniikka koostui solenoidin kiinnikkeestä, lukitusmekanismista ja hydraulissyylinterissä olevasta pannasta.

Automaattista laitetta varten mekaniikkaan päädyttiin tekemään seuraavat muutokset: Solenoidin kiinnikkeeseen lisättiin paikka toiselle mekaaniselle rajakytkimelle, jolla varmistettiin laitteen oikean toiminnan seuraamista. Lukitusmekanismiin lisättiin tätä samaa rajakytkintä varten latta, josta rajakytkin lukee tilansa.

Suurimpana lisäyksenä oli keskuksen kiinnike, jolla keskus saatiin asennettua traktorin hyttiin. Keskuksen pohjaan kiinnitettiin 3 mm:n paksuinen metallilevy, johon tappiliitoksen avulla tehtiin kiinnikkeet keskuksen liittämiseksi traktorin hyttiin.

## 6 TEKNISET DOKUMENTIT

### 6.1 Käyttöohjeet

#### 6.1.1 Ohjeet

Kun laitteen käyttö aloitetaan, varmistetaan, että kylvökoneeseen menevä kaapeli on kytketty ohjauskeskukseen. Varmista myös, että laitteen virtapistoke on kytketty traktorin virransyöttöön.

Laitteeseen saa kytkettyä virrat kääntämällä ohjauskeskuksen sivussa olevan kääntökytkimen päälle-asentoon. Tämän merkiksi keskuksen vasempaan yläreunaan syttyy vihreä merkkivalo. Tässä vaiheessa on hyvä tarkastaa, syttyykö laitteen LCD-näyttöön taustavalot, eli toimiiko logiikka.

Tämän jälkeen valitaan laitteen oikean alareunan ylös- ja alas-painikkeen avulla, haluttu kierrosmäärä. Kierrosmäärä tarkoittaa ajettujen kierrosten lukumäärää eli urien haluttua välimatkaa. Oikeanpuolimmaisella painikkeella laskurin voi nollata tarpeen tullen. Näytössä näkyvät sekä valittu kierrosmäärä että hetkellinen kierrosmäärä. Tämän lisäksi oikean yläreunan punainen merkkivalo kertoo, milloin urien teko on käynnissä.

Kun huomataan, että joudutaan tekemään ylimääräisiä nostoja, eli korjauksia kylvössä, voidaan valita ohitus-kytkin, jolloin laskuri ohitetaan korjaustoimenpiteiden suorittamisen ajaksi. Hieman vastaavanlainen toiminto on heti-kytkimessä, jonka avulla uran teko voidaan aloittaa heti, riippumatta laskurin arvosta.

Niitä käyttäjiä varten, jotka eivät luota logiikan toimivuuteen on laitteen yläreunaan asennettu kääntökytkin, jonka avulla ohitetaan koko laite ja urat tehdään aina, kun kytkintä käännetään. Tämän merkiksi kääntökytkimen vierestä löytyy toinen punainen merkkivalo.

Kylvöjen jälkeen on suositeltavaa siirtää laite säilytettäväksi huoneenlämpöisiin tiloihin.

### 6.1.2 Huolto

Kerran vuoteen on suositeltavaa tarkastaa anturointien toiminta liikuttelemalla rajakytkimiä ja tarkkailemalla samalla ohjauskeskuksen ja solenoidin toimintaa. Kylvökoneeseen menevän kaapelin kunto kannattaa myös tarkastaa silmämääräisesti ainakin kerran vuoteen. Samaa suositellaan ohjauskeskuksen pistokeytkennöille. Poikkeamista tulee ilmoittaa valmistajalle.

### 6.2 Piirustukset

Laitteesta laadittiin osa-alueittain kaikki oleelliset tekniset dokumentaatiot. Sähkösuunnittelun puolelta muodostettiin komponenttiluettelo, pääkaavio, piirikaavio, keskuksen layoutkuvat ja johdotuskaaviot. Logiikan puolelta laadittiin I/O-lista, logiikkaohjelma ja valitun logiikan tekniset tiedot. Mekaniikkasuunnittelu jäi odotettua vähäisemmäksi, joten mekaniikkaosien piirustuksia ei laadittu. Nämä kaikki dokumentit löytyvät liitteistä.

## 7 YHTEENVETO

### 7.1 Tavoitteiden täyttyminen

Työn tavoitteena oli kehittää yksinkertainen ja toimiva päisteautomaatiikkajärjestelmä, jonka avulla kylväjä pystyy ajamaan ruiskutusuria peltoon haluamilleen kohdille. Oleellisina kriteereinä oli monipuoliset korjaus- ja ohitustoiminnot sekä mahdollisuus muuttaa etäisyyttä. Ruiskutusurien automaattisen ajon tarkoitukseni oli parantaa sadon laatua, vähentää kuivauskustannuksia, parantaa ruiskutuksen laatua sekä vähentää hukkaan menneen viljan määrää.

Suunnittelu toteutettiin näiden kriteereiden mukaan ja laitteen prototyypin toteutus tehtiin mahdollisuuksien mukaan näitä kriteereitä mukaillen. Sekä suunnitelmat, että toteutus osoittautuivat toimiviksi. Jo ensimmäisenä keväänä, kun laitetta käytettiin, huomattiin sen toimivuus käytännössä.

Suunnittelun alkuvaiheessa oli vielä tarkoitus muuttaa alkuperäinen mekaniikka, mutta vanha osoittautuikin soveltuvaksi, myös automaattiseen laitteeseen, joten mekaniikan muutostyöt jäivät erittäin vähäisiksi.

### 7.2 Laitteen kehittäminen

Tällä hetkellä laite sulkee pelkästään jyvien syötön, mutta laitteen toimintapiiriin voisi myös liittää lannoitteen syötön, jonka avulla laitteella saavutettavat säästöt kasvaisivat.

Käytön perusteella todettiin myös, että LCD-näytön laskureiden arvot voisivat alkaa nollan sijaa ykkösestä. Käytännön toiminnan kannalta tällä ei ole mitään merkitystä, mutta se helpottaisi uraetäisyyden seuranta.

Suurimpana kehityskohteena on ohjauskeskuksen rakentaminen erimalliseen keskukseen. Prototyypikeskus osoittautui hiukan liian pieneksi. Erilaiseen keskukseen saataisiin asennettua sähköpiirustusten mukaisesti kaikki kytkennät riviliittimiltä.

## LÄHTEET

Agronet.fi 2013. Viljan kuivauskustannukset [Viitattu 22.3.2013]. Saatavissa: [https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/agronet/Kasvi/tilojen\\_valinen\\_rehukauppa/ohjeita\\_laskentakaavoja/kuivauskustannukset](https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/agronet/Kasvi/tilojen_valinen_rehukauppa/ohjeita_laskentakaavoja/kuivauskustannukset)

Digclip.com 2013. [Viitattu 26.3.2013] Saatavissa: <http://www.digchip.com/datasheets/parts/datasheet/1281/SR2B201BD.php>

Halme, M. 2004 LAMK Sähkösuunnittelun luentomateriaali. Lahden ammattikorkeakoulu, Tekniikan ala [Viitattu 8.4.2013]. Saatavissa: [http://reppu.lamk.fi/pluginfile.php/261703/mod\\_folder/content/0/Sahkosuunnittelu2010.pdf?forcedownload=1](http://reppu.lamk.fi/pluginfile.php/261703/mod_folder/content/0/Sahkosuunnittelu2010.pdf?forcedownload=1)

Kettunen, A. 2009 LAMK Anturitekniikan luentomateriaali. Lahden ammattikorkeakoulu, Tekniikan ala [Viitattu 8.4.2013]. Saatavissa: [http://reppu.lamk.fi/pluginfile.php/262695/mod\\_folder/content/0/Ohj\\_suunn\\_per\\_Mek09\\_anturit/Anturitekniikan\\_perusteet.pdf?forcedownload=1](http://reppu.lamk.fi/pluginfile.php/262695/mod_folder/content/0/Ohj_suunn_per_Mek09_anturit/Anturitekniikan_perusteet.pdf?forcedownload=1)

K-maatalous 2013. Ruis [Viitattu 22.3.2013]. Saatavissa: <http://www.k-maatalous.fi/tuotteet/kasvinviljely/viljelyohjelmat/viljat/Sivut/Ruis.aspx>

Schneider Electric 2013. SR2B201JD Tekniset tiedot [Viitattu 26.3.2013]. Saatavissa: <http://ecatalogue.schneider-electric.fi/ProductSheet.aspx?productId=560776&groupid=31840&navid=24242&navoption=1>

Siemens 2013. Ohjelmoitavat logiikat [Viitattu 26.3.2013]. Saatavissa: [http://www.siemens.fi/fi/industry/teollisuuden\\_tuotteet\\_ja\\_ratkaisut/tuotesivut/automaatiotekniikka/ohjelmoitavat\\_logiikat\\_simatic.php](http://www.siemens.fi/fi/industry/teollisuuden_tuotteet_ja_ratkaisut/tuotesivut/automaatiotekniikka/ohjelmoitavat_logiikat_simatic.php)

Vyr.fi 2013. Viljojen ja öljykasvien hintoja kotimaassa [Viitattu 22.3.2013]. Saatavissa: [http://www.vyr.fi/www/fi/markkinatietoa/kotimaan\\_hinnat/index.php](http://www.vyr.fi/www/fi/markkinatietoa/kotimaan_hinnat/index.php)

Wikipedia 2013. Solenoidi [Viitattu 8.4.2013]. Saatavissa: <http://fi.wikipedia.org/wiki/Solenoidi>

## LIITTEET

LIITE 1	I/O-lista
LIITE 2	Tekniset tiedot
LIITE 3	Logiikkaohjelma
LIITE 4	Pääkaavio
LIITE 5	Piirikaavio
LIITE 6	Keskuksen kannen layoutkuva
LIITE 7	Keskuksen layoutkuva
LIITE 8	Johdotuskaavio
LIITE 9	Kaapeliluettelo

Positio	Tunnus	Kommentti
I0.0	S2	Mekaaninen rajakytkin
I0.1	S3	Ylös
I0.2	S4	Alas
I0.3	S5	Nollaus
I0.4	S6	Heti
I0.5	S7	Ohitus
Q0.0	K2	Solenoidi
Q0.1	H1	Punainen merkkivalo

LIITE 1. I/O-lista





## Teollisuusautomaatio

**> You are here:**

## Tuotteet

20 I/O 12VDC, näyttö+kello

Art numero: SR2B201JD EAN: 3389110549720  
Sähkönumero: 3591670

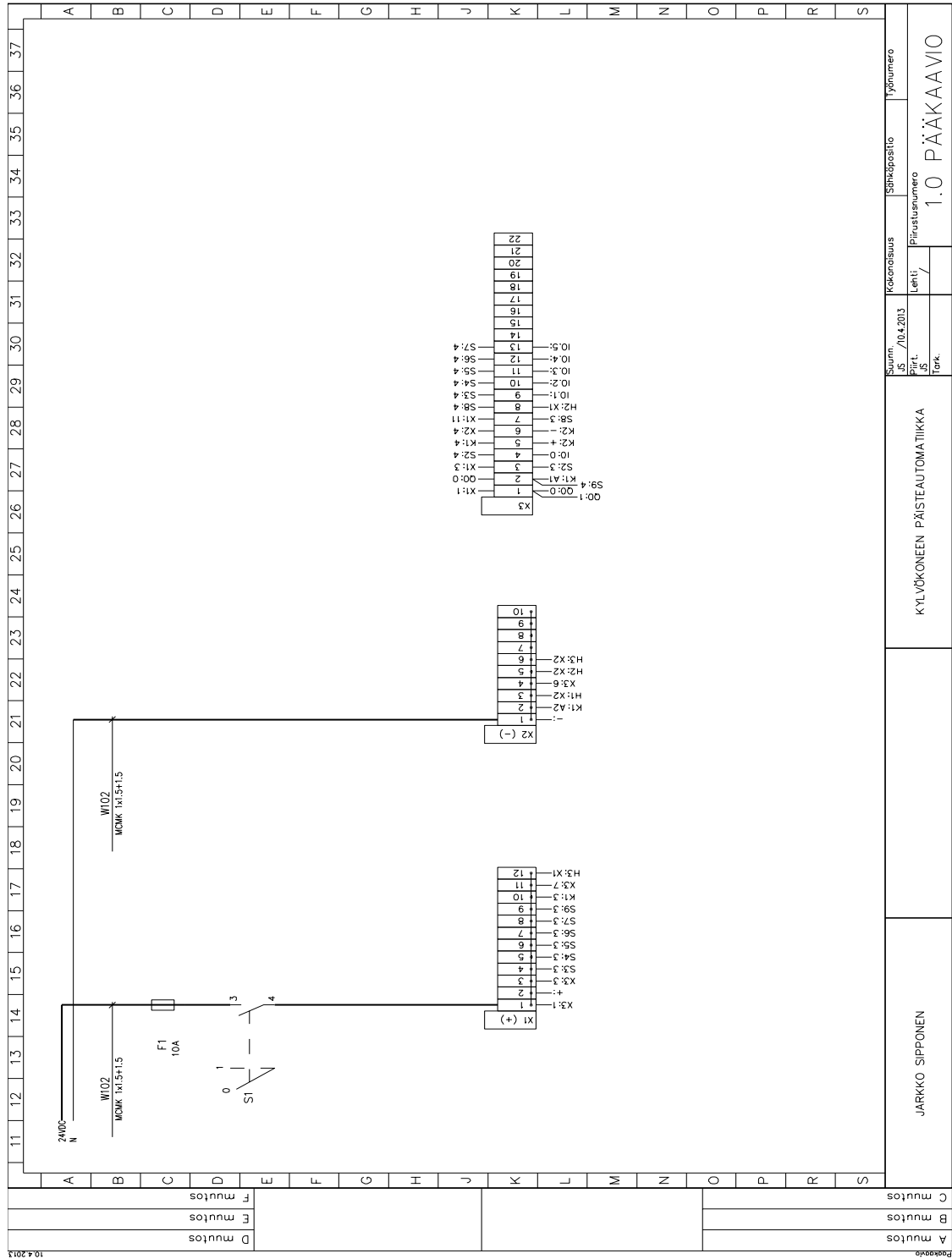
H408104

### Tekniset tiedot

Merkki	Arvo
tuoteryhmä	Zelio Logic
tuote tai komponenttien tyyppi	compact smart relay
toimittaminen näytö	mukana
numero or control scheme lines	<= 200 with FBD programming
	120 with ladder programming
cycle time	6...90 ms ms
backup time	10 years at 25 °C
clock drift	6 seconds at 25 °C
	12 min/year at 0...55 °C
checks	program memory on each power up
syöttöjännitteen arvo	12 V
supply voltage limits	10.4...14.4 V V
supply current	200 mA (without extension)
power dissipation in W	2.5 W without extension
immunity to microbreaks	<= 10 ms repeated 20 times
reverse polarity protection	mukana
discrete input number	12 conforming to EN/IEC 61131-2 type 1
discrete input type	resistive
binääritulon jännite	12 V DC
discrete input current	4 mA mA
counting frequency	1 kHz for discrete input
voltage state 1 guaranteed	>= 7 V for IB...IG used as discrete input circuit >= 5.6 V for I1...IA and IH...IR discrete input circuit <= 3 V for IB...IG used as discrete input circuit <= 2.4 V for I1...IA and IH...IR discrete input circuit >= 2 mA for I1...IA and IH...IR discrete input circuit >= 0.5 mA for IB...IG used as discrete input circuit <= 0.9 mA for I1...IA and IH...IR discrete input circuit <= 0.9 mA for IB...IG used as discrete input circuit
current state 1 guaranteed	3-wire proximity sensors PNP (discrete input)
current state 0 guaranteed	6
input compatibility	ytieleimistöinen
analogaatiutulo numero	0...10 V
analogue input type	0...12 V
analogue input range	14.4 V (analogue input circuit)
maximum permissible voltage	8 bits at maximum voltage
analogaatoloresoluutio	39 mV (analogue input circuit)
LSB value	smart relay cycle time for analogue input circuit
conversion time	+/- 5 % at 25 °C for analogue input circuit +/- 6.2 % at 55 °C for analogue input circuit +/- 2 % at 55 °C for analogue input circuit
conversion error	10 m between stations, with screened cable (sensor not isolated) for analogue input circuit
repeat accuracy	14 kOhm (IB...IG used as discrete input circuit)
toimittamistavat	2.7 kOhm (I1...IA and IH...IR discrete input circuit)
input impedance	8 relay outputs
	24...250 V AC (relay output)
number of outputs	5...30 V DC (relay output)
output voltage limits	NO for relay output
contacts type and composition	8 A for all 8 outputs (relay output)
output thermal current	500000 cycles AC-12 at 230 V, 1.5 A for relay output conforming to EN/IEC 60947-5-1
electrical durability	500000 cycles AC-15 at 230 V, 0.9 A for relay output conforming to EN/IEC 60947-5-1
	500000 cycles DC-12 at 24 V, 1.5 A for relay output conforming to EN/IEC 60947-5-1
	500000 cycles DC-13 at 24 V, 0.6 A for relay output conforming to EN/IEC 60947-5-1
switching capacity in mA	>= 10 mA at 12 V (relay output)
operating rate in Hz	0.1 Hz (at 1e) for relay output
	10 Hz (no load) for relay output
mechanical durability	10000000 cycles (relay output)
[Uimp] rated impulse withstand voltage	4 kV conforming to EN/IEC 60947-1 and EN/IEC 60664-1
clock	mukana
response time	10 ms. (from state 0 to state 1) for relay output
	5 ms. (from state 1 to state 0) for relay output
litynnät	screw terminals, clamping capacity: 1 x 0.2...1 x 2.5 mm² AWG 25...14 semi-solid
	screw terminals, clamping capacity: 1 x 0.2...1 x 2.5 mm² AWG 25...14 solid
	screw terminals, clamping capacity: 1 x 0.25...1 x 2.5 mm² AWG 24...14 flexible with cable end
	screw terminals, clamping capacity: 2 x 0.2...2 x 1.5 mm² AWG 24...16 solid



LIITE 4. Pääkaavio



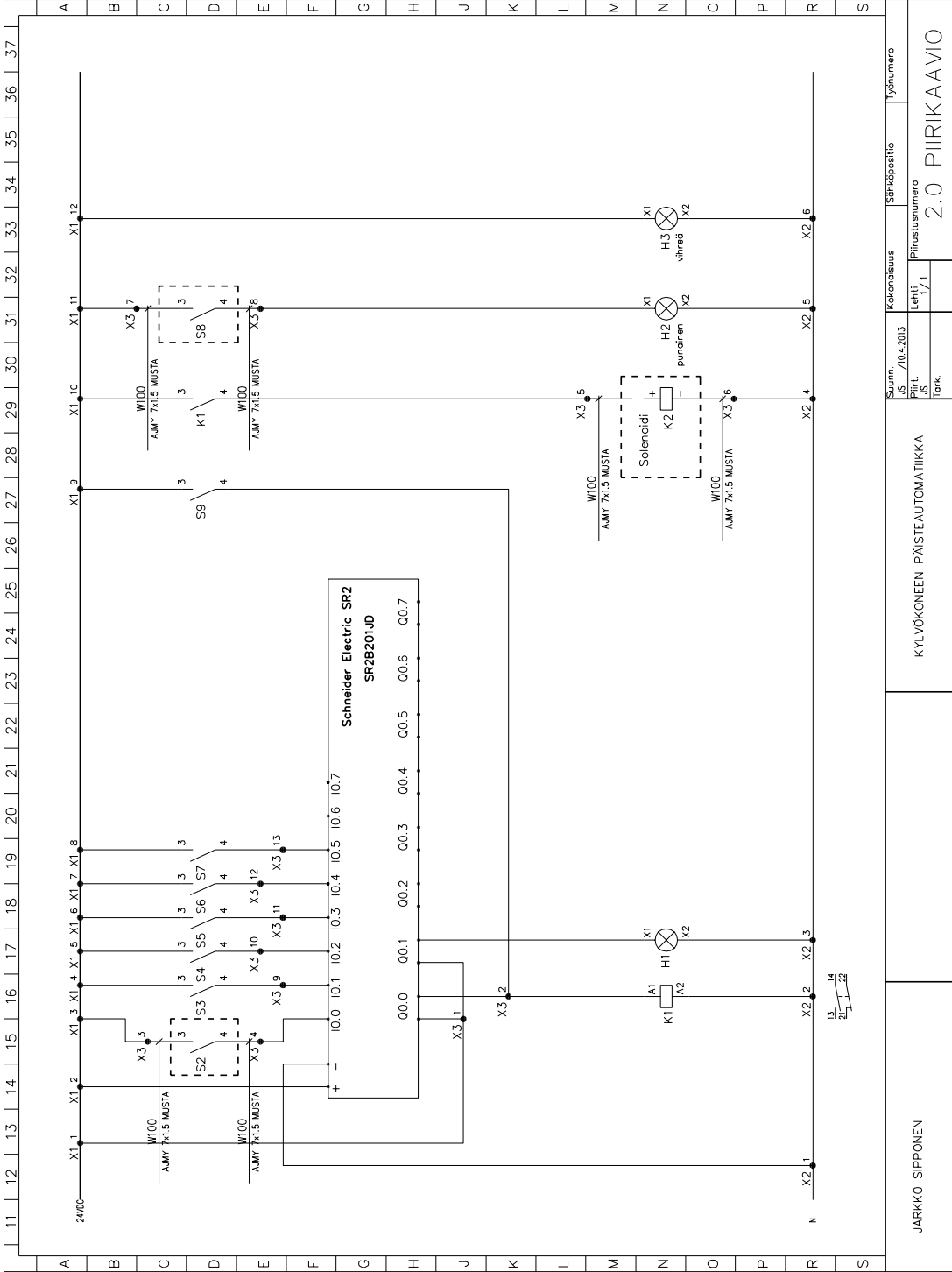
1.0 PÄÄKAAVIO

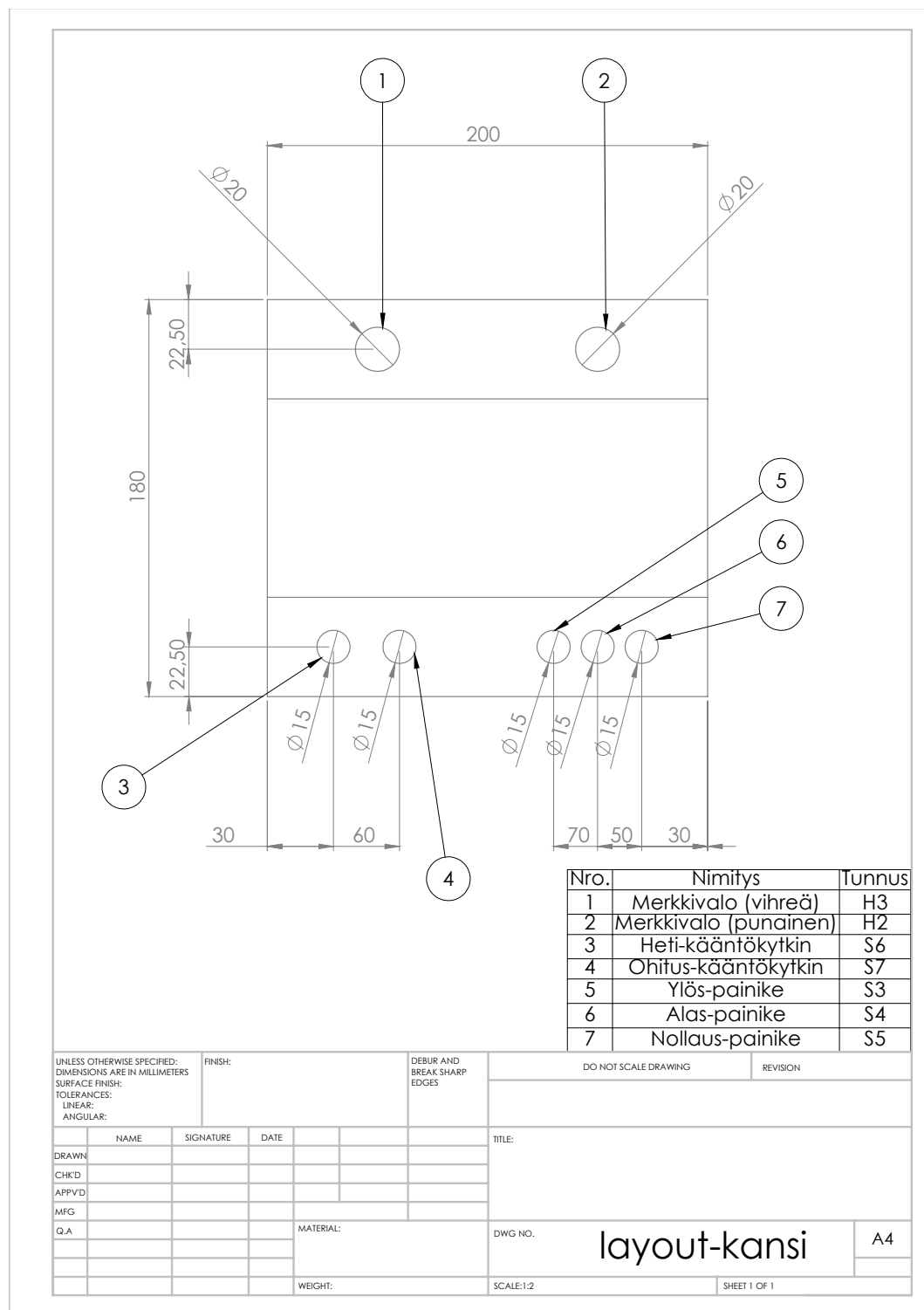
KYLÄKONEEN PÄISTAUTOMAATIikka

JARKKO SIPPONEN

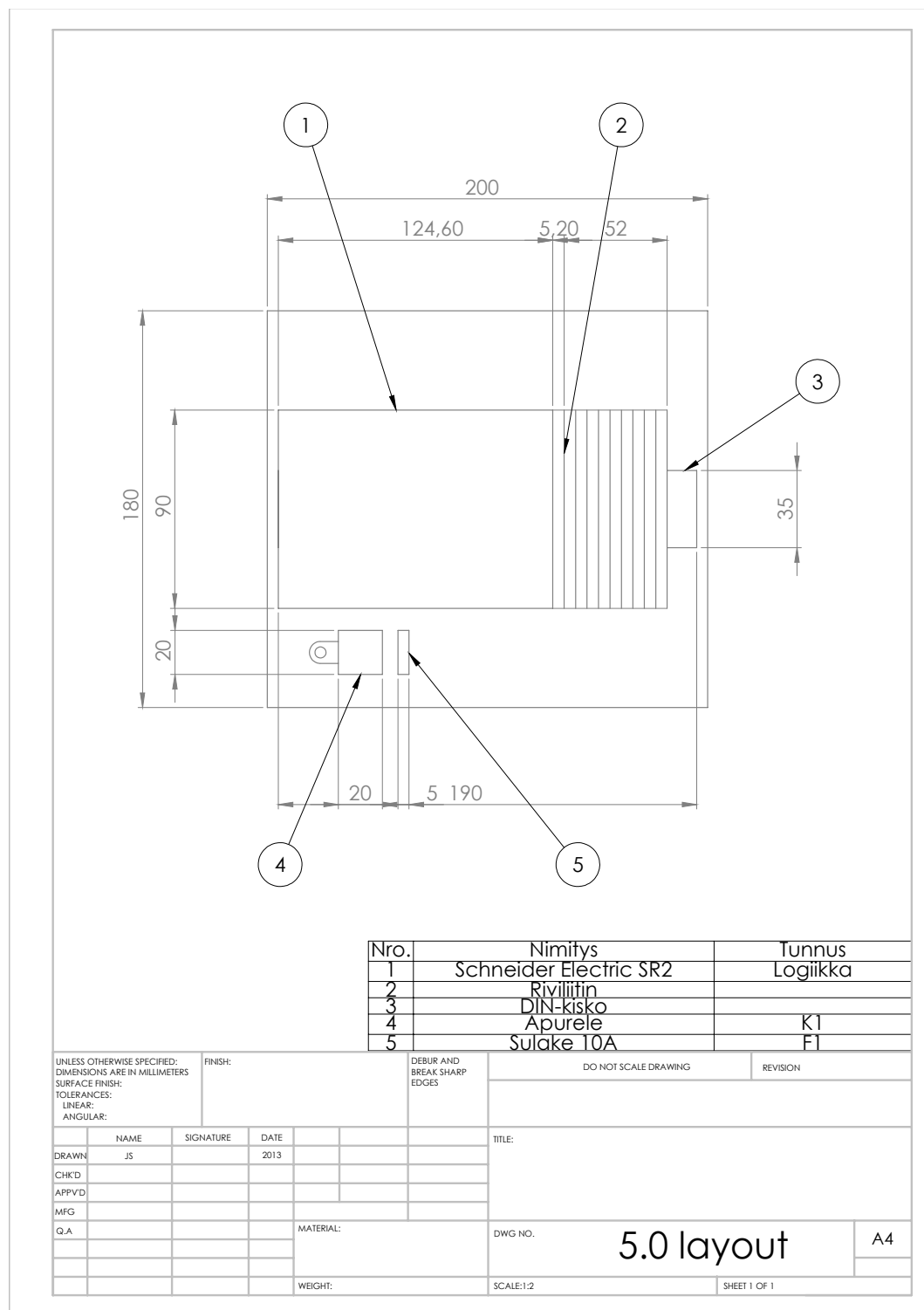
A muutos		C muutos	
B muutos		E muutos	
D muutos		F muutos	

LIITE 5. Piirikaavio





LIITE 6. Keskuksen kannen layoutkuva



LIITE 7. Keskuksen layoutkuva

ATTN	APPARATUS	CONN.				CONN.	APPARATUS	ATTN
		+		X1.1		1	X3	
				X1.2		+	Logiikka	
				X1.3		3	X3	
				X1.4		3	S3	
				X1.5		3	S4	
				X1.6		3	S5	
				X1.7		3	S6	
				X1.8		3	S7	
				X1.9		3	S9	
				X1.10		3	K1	
				X1.11		7	X3	
				X1.12		X1	H3	
		-		X2.1		-	Logiikka	
				X2.2		A2	K1	
				X2.3		X2	H1	
				X2.4		6	X3	
				X2.5		X2	H2	
				X2.6		X2	H3	
				X3.1		Q0.0+	Logiikka	
	Logiikka	Q0.0-		X3.2		Q0.1+	Logiikka	
				X3.3		A1	K1	
	X1	3		X3.4		4	S9	
	S2	4		X3.5		3	S2	
	K1	4		X3.6		I0.0		
	K2	-		X3.7		+	K2	
	X1	11		X3.8		4	X2	
	S8	4		X3.9		3	S8	
	S3	4		X3.10		X1	H2	
	S4	4		X3.11		I0.1	Logiikka	
	S5	4		X3.12		I0.2	Logiikka	
	S6	4		X3.13		I0.3	Logiikka	
	S7	4				I0.4	Logiikka	
						I0.5	Logiikka	
	Department Drawn Checked Approved	JS	3.0 Johdotuskaavio				Drawind Sheet No. Revision	3.0

## LIITE 8. Johdotuskaavio

